Über elektrische Entladung und Induction.

Von P. Blaserna,
Assistenten,

E. Mach und J. Peterin,
Eleven am k. k. physikalischen Institute.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 14. Juli 1859.)

Es ist bekannt, dass die Entladung einer Leidnerflasche in einem benachbarten Leiter einen Strom inducirt. Diese Thatsache wurde gleich nach der schönen Entdeckung Faraday's bekannt, und ist von Riess vielfach studirt worden.

Seine Untersuchungen zeigen eine sehr interessante und auffallende Wechselwirkung zwischen Entladung und Induction, wodurch die Erscheinungen vielfach modificirt und so verändert werden können, dass es schwer fällt, sie in Bezug auf ihre Ursachen zu trennen und auf die richtige Form zu reduciren.

Und hierin liegt eben die grosse Schwierigkeit, diese wechselnden Erscheinungen analytisch behandeln zu wollen, da beide Probleme eine gleichzeitige Lösung erfahren müssen, in sofern eines das andere bedingt. Wir finden, dass die elektrische Entladung einen Strom inducirt; dass dieser Inductionsstrom wieder auf den Hauptstrom reagirt, und eine Änderung in der Intensität desselben bewirkt; dass dieser veränderte Hauptstrom nun abermals die Wirkung in der Induction verändern muss, u. s. f. Aus allen diesen Wechselwirkungen aber, welche immer kleiner und kleiner werden, da sie Functionen der Entfernung sind und zu derselben im umgekehrten Verhältniss — im weitesten Sinne — stehen, ergeben sich in jedem speciellen Falle zwei bestimmte, feste Resultate, welche allein wir messen können, nämlich eine gewisse Ent-

ladung und eine gewisse Induction, und es ist dann unsere Aufgabe, aus diesen beiden Daten, die wir durch Veränderung der Form des Experiments beliebig variiren können, nach und nach den geheimnissvollen Gang, den die Erscheinungen durchmachen mussten, aufzuspüren und zu verfolgen.

In der Elektrostatik, d. i. in der Lehre von der ruhenden Elektricität, ist man auf eine ähnliche Wechselwirkung gestossen; wir meinen dabei alle Influenzerscheinungen, insbesondere bei guten Leitern. Man hat den Gang der Erscheinungen studirt und wie namentlich Hankel dargethan hat, ist man durch eine ähnliche Betrachtung zur analytischen Darstellung derselben gelangt, indem man die Einwirkung des einen elektrisirten Körpers auf den andern nicht elektrisirten bestimmte, und dann die einzelnen Wechselwirkungen der beiden Körper in Rechnung zog, Wirkungen, welche immer Glieder einer convergenten Reihe sein müssen, da sie im Nenner eine Potenz der Entfernung enthalten. Die Summe dieser Reihen bestimmt der elektrischen Endzustand der beiden Körper.

Wenn wir die Theorien der Elektrostatik, deren Entwicklung zum grössten Theile von Poisson herrührt, mit dem vergleichen, was wir bisher über die Entladung und Induction wissen, so werden wir den grossen Abstand zwischen denselben bald zugestehen müssen. Der Grund davon liegt theilweise in der grösseren Schwierigkeit, theilweise aber auch in dem Umstande, dass die Erscheinungen viel verwickelter und complicirter, und daher auch noch nicht genug untersucht sind. Die experimentelle Basis ist noch viel zu mangelhaft, als dass sich auf sie eine mathematische Theorie gründen liesse.

Wir haben im verflossenen Jahre eine Untersuchung dieser Erscheinungen angefangen [1]) und dabei vorzugsweise den Fall vorgenommen, wenn der Nebendrath, in welchem der Strom inducirt werden soll, durch die Belegungen einer zweiten Batterie unterbrochen ist.

Es ist natürlich, dass dies blos als der Anfang einer grösseren Experimental-Untersuchung zu betrachten war, welche letztere eine

---

[1]) Blaserna, Über den inducirten Strom der Nebenbatterie. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie, Band XXXII.

genaue Erforschung aller jener Umstände zum Ziele hat, deren Kenntniss zum künftigen Aufbau einer mathematischen Theorie der elektrischen Entladung und Induction erforderlich ist. Jener erste Theil behandelte blos den inducirten Strom selbst, ohne auf die Vorgänge im Hauptdrath selbst zu reflectiren. Diese Abhandlung hat nun den Zweck, diese letzteren zu untersuchen, und die durch die Inductionen hervorgebrachten Modificationen anzugeben. Man wird finden, dass sich das Verhalten der Entladung zur Induction auf ein Gesetz zurückführen lässt, welches durch seine Einfachheit sich sehr empfiehlt.

Man kann uns allerdings vorwerfen, dass wir durch Einschaltung einer isolirten Batterie in den Nebendrath das Problem noch complicirter gestaltet haben, indem wir ein neues Element in den Kreis unserer Berechnungen gezogen haben. Dies ist richtig. Allein eben durch diese Batterie erhalten die Erscheinungen eine so geregelte und leicht zu überschauende und zugleich so bestimmt ausgeprägte Form, dass sie sich viel leichter der Rechnung unterwerfen lassen.

Alle nachfolgenden Versuchsreihen werden diese Behauptung rechtfertigen und die Gründe beleuchten, welche uns veranlassten, diese Form des Experiments zu wählen.

Aus den schönen Untersuchungen von Riess über den Nebenstrom der elektrischen Batterie [1]) ist es bekannt, dass die Nähe eines in sich geschlossenen Leiters auf die Geschwindigkeit der elektrischen Entladung einer Batterie und somit auf die Erwärmung im Hauptdrathe einen wesentlichen Einfluss hat. So fand Riess in einem gegebenen Falle [2]), dass durch Annäherung einer durch Neusilberdrath geschlossenen Spirale (Nebenspirale) zu einer im Schliessungsbogen eingeschalteten (Hauptspirale) die Erwärmung bis auf 0·48^{stel} der ursprünglichen Erwärmung heruntergebracht werden kann, und dass die Erwärmung von der Länge des die Nebenspirale schliessenden Neusilberdrathes abhängt, was aus folgender Versuchsreihe ersichtlich ist, wobei n die Länge des Drathes in Pariser Fuss bedeutet.

---

[1]) Poggendorff's Annalen, Band LI.

[2]) Poggendorff's Annalen, Band LI, pag. 180.

n	θ	n	θ
0	100	138	66
2·4	81	187·3	71
4·8	70	236·6	73
9·8	55	285·9	76
19·7	52	384·5	81
29·6	48	483	84
39·4	52	581·7	87
59·2	54	offen	100
88·7	61		

Aus dieser Beobachtungsreihe ist somit ersichtlich:

1. Dass die, die Abhängigkeit der Erwärmung von der Länge des Nebendrathes repräsentirende Curve ein Minimum besitzt.
2. Dass die Werthe von θ für grössere oder kleinere Werthe von n sich immer mehr dem grösstmöglichen Werthe (100) nähern.
3. Dass aber die Curve von diesem Minimum ab nicht symmetrisch gebaut ist.

Ähnliche Resultate haben wir bei der Untersuchung des Entladungsstromes in dem Falle, wo der Nebendrath durch die Belegungen einer zweiten isolirten Batterie unterbrochen ist, gefunden. Die Anordnung unseres Apparats war einer früher beschriebenen [1]) ähnlich.

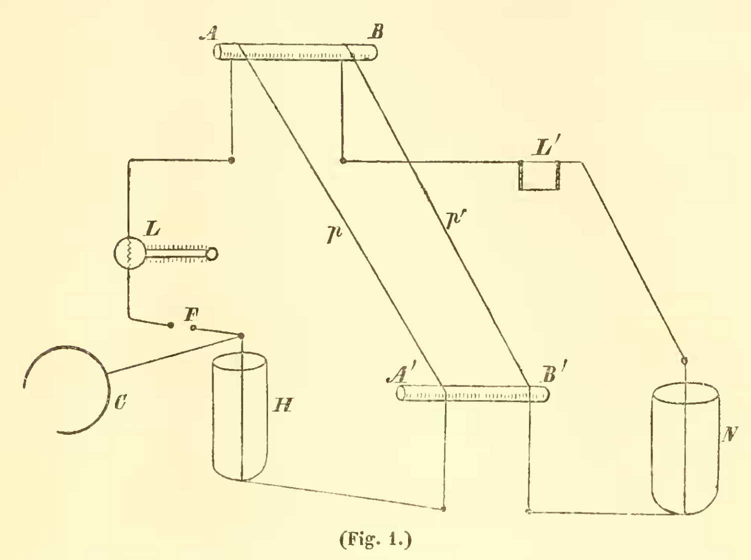
C ist der Conductor einer dreischeibigen Elektrisirmaschine, welche mittelst eines dicken Drathes die Hauptbatterie *H* ladet. Die Entladung geschieht über den Funkenmesser *F*, den Luftthermometer *L* und den geradlinig ausgespannten Drath *p*, zu welchem ein zweiter Drath *p'* parallel ausgespannt ist.

N ist die isolirte Nebenbatterie, *L'* ein dem Platindrathe im Luftthermometer gleicher Platindrath. Mit Ausnahme dieses letztern sind sämmtliche Dräthe von Kupfer und haben einen Durchmesser

---

[1]) Blaserna, Über den inducirten Strom der Nebenbatterie. Sitzungsberichte der kais. Akademie, Band XXXVI.

von nahe 1 Millimeter. Die Schraube des Funkenmikrometers beträgt eine halbe Linie, die Theilstriche am Luftthermometer sind Pariser Linien. Die parallelen Dräthe sind 12 Fuss lang und rechtwinkelig umgebogen, so dass das horizontale Mittelstück 8 Fuss beträgt.



(Fig. 1.)

Als Batterie standen uns 5 Flaschen zu Gebote, die wir entsprechend jener oben citirten Arbeit mit Nr. 1, 2, 3, 5, 6 bezeichnen werden, da unliebsamer Weise die mit Nr. 4 bezeichnete einen Sprung bekam. Ihre Stärke beträgt

Flasche Nr.	q
1	1·15
2	0·98
3	1·00
5	1·06
6	0·97

während ihre Oberflächen als gleich erachtet werden können.

Bei dem ersten Versuche betrug der Hauptdrath mit Einschluss des parallelen 36 Fuss, als Hauptbatterie war Flasche Nr. 2, als Nebenbatterie Nr. 3 eingeschaltet, welche nahezu gleich sind. Die Distanz der parallelen Dräthe war 4 Centimeter, die Entfernung der Kugeln des Funkenmikrometers 5 halbe Linien; der Nebendrath wurde nach und nach verlängert.

Dies ergab folgende Beobachtungsreihe für die Erwärmungen θ.

I. Versuch.

Neben-drath	θ			Mittel
20	14·0	14·0	14·1	14·0
22	13·8	13·9	13·8	13·8
25	13·5	13·6	13·7	13·6
27	13·2	13·1	13·3	13·2
30	12·7	12·8	12·8	12·8
32	12·3	12·5	12·4	12·4
35	12·3	12·3	12·4	12·3
37	12·4	12·4	12·5	12·4
40	12·6	12·6	12·5	12·6
42	13·1	13·4	13·3	13·3
45	13·7	13·7	13·7	13·7
47	13·9	14·1	14·0	14·0
52	14·2	14·2	14·1	14·2
62	14·4	14·5	14·6	14·5
72	14·7	14·6	14·6	14·6
102	14·8	14·7	14·8	14·8

Man ersieht aus dieser Beobachtungsreihe:

1. Dass ähnlich dem Riess'schen Versuche ein Minimum der Erwärmung eintritt, und zwar für den Fall, wenn die Länge des Nebendrathes 35 Fuss beträgt.
2. Dass für grössere oder kleinere Werthe des Nebendrathes die Werthe von θ grösser werden, und sich ohne Ende einer gewissen Grenze 14·8 nähern.
3. Dass aber die Curve von dem Minimum ab symmetrisch gebaut ist.

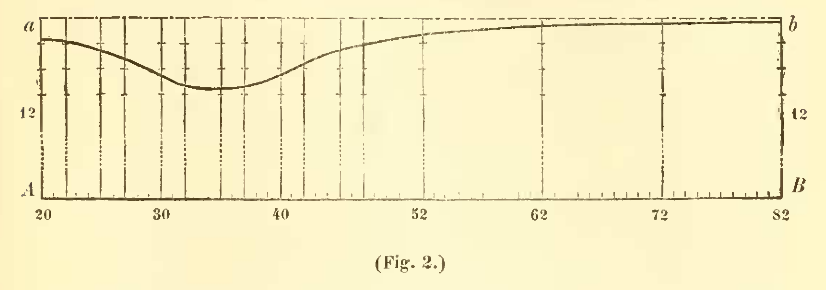
Es ist in einer früheren Arbeit dargethan worden, dass Ähnliches im Nebendrathe vorgeht, nur mit dem Unterschiede, dass dort ein Maximum der Erwärmung eintritt; dieselbe wurde in eine Reihe von der Form

$$\theta = \frac{M}{1 + A\,(h-kn)^2 + B\,(h-kn)^4 + \ldots}$$

entwickelt, wobei h die Länge des Hauptdrathes, n jene des Nebendrathes, M das dort vorkommende Maximum der Erwärmung und k

das Verhältniss des Hauptdrathes zum Nebendrath im Maximum bedeutet und zugleich bewiesen, dass zwei Glieder der Reihe im Nenner schon hinreichten.

Construirt man nun die, die Versuchsreihe I repräsentirende Curve (Fig. 2), so sieht man leicht ein, dass sie denselben Verlauf hat,



(Fig. 2.)

wie die die Intensität im Nebendrathe angebenden Curven, vorausgesetzt, dass man die Linie ab, d. i. jene Linie, der sich die Curve unendlich nähert, zur Abscissenaxe wählt. Für diese Axe hätte man

$$\theta' = \frac{M'}{1 + A\,(h - kn)^2},$$

und wenn man die Entfernung $Aa = Bb = \Theta$ setzt, und die Ordinaten auf AB bezieht, sofort

$$\theta = \Theta - \frac{\Theta - M}{1 + A\,(h - kn)^2},$$

wobei nun

Θ die Grenze, der sich die Werthe von θ nähern.

M das Minimum der Erwärmung,

k das Verhältniss des Hauptdrathes zum Nebendrath im Minimum bedeutet.

Denn es ist für $h - kn = 0$, also $\frac{h}{n} = k$ sofort

$$\theta = M$$

und für

$$\lim\,(h - kn) = \pm\infty, \text{ also } \lim n = \mp\infty$$
$$\lim \theta = \Theta.$$

In der That stimmen die nach dieser Formel berechneten mit den beobachteten Werthen von θ sehr genau überein, sobald man

$$k = 1{\cdot}06\,,\quad \Theta = 14{\cdot}8\,,\quad M = 12{\cdot}3\,,\quad A = 0{\cdot}012$$

setzt.

Man erhält nämlich folgende Zusammenstellung:

n	θ beob.	θ berech.	n	θ beob.	θ berech.
20	14·0	14·1	42	13·3	13·3
22	13·8	13·9	45	13·7	13·7
25	13·6	13·6	47	14·0	14·0
27	13·2	13·3	52	14·2	14·3
30	12·8	12·7	62	14·5	14·5
32	12·4	12·4	72	14·6	14·7
35	12·3	12·3	102	14·8	14·8
37	12·4	12·4	∞	—	14·8
40	12·6	12·7			

Zur Bestätigung dieses Gesetzes haben wir mehrere Beobachtungsreihen durchgeführt, die wir nun folgen lassen.

II. Versuch.

Hauptdrath 36 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flasche 3.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel	θ berech.
22	15·2	15·3	15·2	15·2	15·0
27	14·2	14·1	14·2	14·2	14·3
32	13·3	13·1	13·3	13·2	13·3
37	13·1	13·2	13·1	13·1	13·3
42	14·3	14·4	14·4	14·4	14·4
47	15·1	15·2	15·0	15·1	15·0
52	15·2	15·2	15·2	15·2	15·3
62	15·5	15·4	15·5	15·5	15·5
72	15·6	15·7	15·6	15·6	15·6
82	15·7	15·8	15·7	15·7	15·7
∞	—	—	—	—	15·7

Für die Berechnung wurde

$$k = 1{\cdot}04$$
$$M = 13{\cdot}0$$
$$\theta = 15{\cdot}7$$
$$A = 0{\cdot}016$$

angenommen.

III. Versuch.

Hauptdrath 36 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flasche 3.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 5.

Für die Berechnung:

$$k = 1{\cdot}06\,,\quad M = 13{\cdot}0$$
$$\theta = 15{\cdot}2\,,\quad A = 0{\cdot}0070.$$

n	θ beobachtet			Mittel	θ berech.
22	14·1	14·2	14·2	14·2	14·2
27	13·5	13·6	13·7	13·6	13·6
32	13·0	13·1	13·2	13·1	13·1
37	13·1	13·1	13·2	13·1	13·1
42	13·4	13·5	13·5	13·5	13·6
47	14·3	14·2	14·4	14·3	14·3
52	14·4	14·4	14·6	14·5	14·6
57	14·7	14·7	14·7	14·7	14·8
62	14·9	14·8	14·9	14·9	14·9
72	14·9	14·9	15·0	14·9	15·0
82	15·1	15·0	15·1	15·1	15·1
102	15·1	15·2	15·2	15·2	15·2
∞	—	—	—	—	15·2

IV. Versuch.

Hauptdrath 46 Fuss.
Hauptbatterie Flaschen 3 und 6; Nebenbatterie Flasche 2.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 3.

n	θ beobachtet			Mittel	θ berech.
20	2·6	2·7	2·6	2·6	2·6
22	2·4	2·5	2·5	2·5	2·5
24	2·4	2·5	2·4	2·4	2·5
26	2·5	2·7	2·7	2·6	2·6
30	2·9	3·0	3·0	3·0	2·9
33	3·3	3·4	3·4	3·4	3·2
36	3·5	3·5	3·6	3·5	3·5
39	3·7	3·9	3·8	3·8	3·8
42	4·0	4·0	4·0	4·0	4·0
45	4·3	4·3	4·2	4·3	4·2
50	4·4	4·4	4·3	4·4	4·4
55	4·6	4·6	4·6	4·6	4·5
60	4·7	4·7	4·5	4·6	4·6
70	4·8	4·7	4·8	4·8	4·7
80	4·9	4·9	4·9	4·9	4·8
100	5·0	5·0	4·9	5·0	4·9
120	5·0	5·1	5·0	5·0	5·0
∞	—	—	—	—	5·0

Für die Berechnung:

$$k = 2 \quad , \quad M = 2{\cdot}2$$
$$\Theta = 5{\cdot}0 \, , \quad A = 0{\cdot}010.$$

V. Versuch.

Hauptdrath 36 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 1; Nebenbatterie Flasche 2.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 5.

Für die Berechnung:

$$k = 0{\cdot}69\,,\quad M = 16{\cdot}7$$
$$\theta = 18{\cdot}2\,,\quad A = 0{\cdot}0080.$$

n	θ beobachtet			Mittel	θ berech.
22	17·8	17·7	17·8	17·8	17·9
32	17·7	17·7	17·7	17·7	17·6
37	17·4	17·4	17·4	17·4	17·4
42	17·2	17·1	17·0	17·1	17·1
47	16·7	16·7	16·6	16·7	16·8
52	16·6	16·7	16·8	16·7	16·7
57	16·8	16·7	16·7	16·7	16·8
62	17·0	16·9	16·9	16·9	17·1
67	17·4	17·5	17·4	17·4	17·4
72	17·5	17·6	17·7	17·6	17·6
82	17·6	17·7	17·8	17·7	17·8
92	17·9	18·1	18·1	18·0	18·0
102	18·1	18·2	18·1	18·1	18·1
∞	—	—	—	—	18·2

VI. Versuch.

Hauptdrath 36 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flasche 1.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 5.

Für die Berechnung:

$$k = 1{\cdot}33\,, \quad M = 12{\cdot}3$$
$$\theta = 13{\cdot}7\,, \quad A = 0{\cdot}012.$$

n	θ beobachtet			Mittel	θ berech.
20	12·9	12·9	12·9	12·9	13·0
22	12·7	12·8	12·7	12·7	12·8
27	12·2	12·3	12·2	12·2	12·2
32	12·8	12·7	12·8	12·8	12·8
37	13·2	13·1	13·2	13·2	13·2
42	13·5	13·5	13·4	13·5	13·4
52	13·5	13·6	13·7	13·6	13·6
62	13·7	13·7	13·7	13·7	13·6
72	13·6	13·7	13·6	13·6	13·7
∞	—	—	—	—	13·7

VII. Versuch.

Hauptdrath 36 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flasche 3.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 5.

Für die Berechnung:

$$k = 1{\cdot}06\,, \quad M = 12{\cdot}2$$
$$\theta = 14{\cdot}5\,, \quad A = 0{\cdot}0095.$$

n	θ beobachtet			Mittel	θ berech.
27	13·2	13·1	13·0	13·1	13·1
32	12·4	12·7	12·6	12·5	12·4
37	12·5	12·6	12·5	12·5	12·4
42	13·0	13·1	13·1	13·1	13·1
47	13·5	13·6	13·5	13·5	13·6
52	14·1	14·1	14·1	14·1	14·1
∞	—	—	—	—	14·5

Aus diesen Versuchsreihen ergibt sich somit, dass die Erwärmung im Hauptdrathe sich durch die Formel

$$\theta = \Theta - \frac{\Theta - M}{1 + A\,(h - kn)^2}$$

auf eine vollkommen befriedigende Weise repräsentiren lässt.

Es ist nun unsere Aufgabe, die Bedeutung der in dieser Formel vorkommenden Grössen etwas näher zu untersuchen.

Was zunächst die Grösse k anbelangt, so ist es leicht, ihre Bedeutung zu erkennen. Sie gibt zunächst das Verhältniss der Länge des Hauptdrathes zu jener Länge des Nebendrathes an, für welche die Erwärmung ein Minimum wird. Aus den Versuchen I, II, III und VII ist ersichtlich, dass sie stets denselben Werth beibehält, so lange die die Beobachtung bedingenden Umstände constant bleiben, auch dann noch, wenn die Versuche bei jedem beliebigen Witterungszustande vorgenommen werden; die Versuche IV, V und VI zeigen jedoch, dass der Werth von k sogleich ein anderer wird, sobald die Flaschen in den Batterien verändert werden.

In der oben citirten Abhandlung, welche die Vorgänge im Nebendrath zusammenstellt, kommt ebenfalls eine Grösse k vor, welche den Werth des Nebendrathes angibt, für welchen die Erwärmung im Nebendrathe ein Maximum wird, und welche mit dieser eine auffallende Analogie besitzt.

Für jenes k ergaben sich dort die Gesetze:

1. Ist es von dem Feuchtigkeitszustande der Luft unabhängig;
2. ist es von der Distanz der parallelen Dräthe,
3. von der Entfernung der Kugeln des Funkenmikrometers,
4. von der Länge des Hauptdrathes unabhängig.
5. Es hängt nicht von der absoluten Stärke und Oberfläche der Haupt- und Nebenbatterie, wohl aber von ihrer relativen Stärke und Oberfläche ab und lässt sich durch die Formel

$$k = \frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'}$$

ausdrücken, wobei q die Stärke, s die Oberfläche der Hauptbatterie, q', s' die Stärke und Oberfläche der Nebenbatterie ausdrücken.

Da nun die Grösse k in beiden Fällen nur die Stelle des Maximum oder Minimum angibt, so liegt der Gedanke nahe, das Minimum der Erwärmung des Hauptdrathes mit dem Maximum der Intensität im Nebendrath coïncidirend zu vermuthen und somit auch für den Hauptdrath

$$k = \frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'}$$

zu setzen, wobei q, q', s, s' dieselbe Bedeutung haben.

In der That ergibt sich nach dieser Formel, wenn man sie auf die bisherigen Versuchsreihen anwendet, folgende Übereinstimmung:

Versuch	k	$\frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'}$
I.	1·06	1·04
II.	1·04	1·04
III.	1·06	1·04
IV.	2·00	2·00
V.	0·69	0·73
VI.	1·33	1·37
VII.	1·06	1·04

Wir führen hier keine besonderen Versuchsreihen mehr an, um dieses Gesetz noch zu bestätigen, weil es aus allen nachfolgenden hinreichend klar werden wird. Wir werden daher an den späteren Versuchen überall das Übereinstimmen dieser Formel constatiren, obwohl die angegebenen Versuche kaum mehr einen Zweifel übrig lassen können.

Bei der Curve, welche die Abhängigkeit der Erwärmung von der Länge des Nebendrathes darstellt, kommen zwei Punkte vor, welche einer näheren Prüfung bedürfen: die Grenze Θ, der sich die Ordinaten für wachsende n nähern, und das Minimum M.

Wir werden diese beiden Grössen etwas genauer untersuchen.

Die Bedeutung der Grösse Θ wird aus folgenden Versuchsreihen klar.

VIII. Versuch * [1]).

Hauptdrath 36 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flasche 1.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel
22	11·9	11·8	11·8	11·8
27	11·1	11·2	11·2	11·2
32	11·9	11·9	11·9	11·9
37	12·6	12·4	12·7	12·6
42	13·0	13·0	13·0	13·0
52	13·4	13·5	13·6	13·5
62	13·6	13·6	13·8	13·7
72	13·6	13·7	13·9	13·8

Wurde nun die Nebenbatterie ausgeschaltet, so ergab sich für $n = 27$

$$\theta = 13{\cdot}8,\ 13{\cdot}9,\ 13{\cdot}9,\ \text{Mittel } 13{\cdot}9$$

und für $n = 52$

$$\theta = 13{\cdot}8,\ 13{\cdot}7,\ 13{\cdot}8,\ \text{Mittel } 13{\cdot}8.$$

Wurde schliesslich auch der Nebendrath unterbrochen, so erhielten wir

$$\theta = 13{\cdot}8,\ 13{\cdot}9,\ 13{\cdot}9,\ \text{Mittel } 13{\cdot}9.$$

Man sieht also, dass bei Ausschaltung der Nebenbatterie die von Riess beobachtete Verminderung der Erwärmung bei so kurzen Dräthen und bei unserer Zusammenstellung nicht sensibel ist, da wir

für $n = 27$ $\theta = 13{\cdot}9$
„ $n = 52$ $\theta = 13{\cdot}8$

erhielten.

---

[1]) Da Versuchsreihen nur dann mit einander verglichen werden können, wenn sie nach einander angestellt worden sind, so werden wir sie, da es nun nöthig ist darauf zu reflectiren, mit * und † bezeichnen, so dass die gleich bezeichneten stets solche bedeuten, die unter gleichen Umständen angestellt worden sind.

Für den Fall, dass der Nebendrath unterbrochen wurde, was wir in der Folge mit $n = 0$ bezeichnen wollen, erhielten wir

$$\theta = 13{\cdot}9,$$

woraus ersichtlich ist, dass θ die durch die gewöhnliche Entladung hervorgebrachte Erwärmung bedeutet, deren Gesetze durch die eingehenden Untersuchungen von Riess bekannt geworden sind. Dasselbe ergibt sich auch aus folgendem Versuche, den wir an demselben Tage unmittelbar darauf anstellten.

IX. Versuch. *

Hauptdrath 36 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 1; Nebenbatterie Flasche 2.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel
22	18·8	18·9	18·9	18·9
32	18·3	18·3	18·4	18·3
52	17·1	17·2	17·3	17·2
72	18·5	18·5	18·4	18·5
92	18·8	18·7	18·8	18·8
0	19·0	18·9	19·0	19·0

Ohne Nebenbatterie für $n = 22$

$$\theta = 19{\cdot}0,\ 19{\cdot}1,\ 18{\cdot}9,\ \text{Mittel } 19{\cdot}0,$$

und für $n = 62$

$$\theta = 19{\cdot}0,\ 18{\cdot}9,\ \text{Mittel } 19{\cdot}0.$$

Man ersieht also daraus, dass θ die Erwärmung durch den ungeschwächten Entladungsstrom bedeutet.

Diese zwei Beobachtungsreihen bieten auch eine scharfe Prüfung dieser Behauptung; denn es muss nun die Relation gelten

$$\theta = a\,\frac{q^2}{s}.$$

In der That ist nun im ersten Falle

$$\theta = 13{\cdot}9\,, \qquad q = 0{\cdot}98,$$

im zweiten

$$\theta_1 = 19{\cdot}0\,, \qquad q_1 = 1{\cdot}15,$$

somit

$$\theta : \theta_1 = 139 : 190 = 0{\cdot}73$$
$$q^2 : q_1^2 = 96 : 132 = 0{\cdot}73$$

was vollkommen mit dem Riess'schen Gesetze übereinstimmt.

Ähnliche Resultate erhält man aus den nachfolgenden zwei Beobachtungsreihen.

X. Versuch. †

Hauptdrath 36 Fuss.

Hauptbatterie Flasche 1; Nebenbatterie Flasche 2.

Distanz der parallelen Dräthe 4.

Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel
22	17·8	17·7	17·8	17·8
32	17·7	17·6	17·6	17·6
42	17·0	17·1	17·0	17·0
52	16·7	16·6	16·7	16·7
62	17·1	17·2	17·1	17·1
0	17·8	17·9	17·8	17·8

$$k = 0{\cdot}69\,;\ \frac{q'^2}{q^2}\,.\,\frac{s}{s'} = 0{\cdot}73.$$

Es ist somit

$$\theta = 17{\cdot}8.$$

XI. Versuch. †

Hauptdrath 36 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 3; Nebenbatterie Flasche 2.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel
22	13·5	13·5	13·5	13·5
32	13·1	13·0	13·1	13·1
42	12·3	12·2	12·3	12·3
52	13·0	13·1	13·0	13·0
62	13·4	13·4	13·4	13·4
82	13·6	13·6	13·5	13·6
0	13·5	13·6	13·7	13·6

$$k = 0{\cdot}86; \quad \frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'} = 0{\cdot}96.$$

Es ist hier

$$\theta = 13{\cdot}6,$$

somit

$$\theta : \theta_1 = 136 : 178 = 0{\cdot}76$$
$$q^2 : q_1{}^2 = 100 : 132 = 0{\cdot}75.$$

Ähnliches folgert man aus den zwei folgenden Versuchen.

XII. Versuch. *

Hauptdrath 36 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 3; Nebenbatterie Flasche 2.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel
22	13·3	13·2	13·3	13·3
32	12·9	12·8	12·9	12·9
42	12·7	12·6	12·6	12·6
52	13·2	13·1	13·3	13·2
62	13·6	13·7	13·6	13·6
82	13·8	13·7	13·8	13·8
0	13·8	13·9	13·8	13·8

$$k = 0{\cdot}95,\ \frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'} = 0{\cdot}96.$$

Es ist somit

$$\theta = 13{\cdot}8.$$

XIII. Versuch. *

Hauptdrath 36 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 1; Nebenbatterie Flasche 2.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel
22	18·8	18·8	18·7	18·8
32	18·6	18·4	18·5	18·5
42	18·1	18·0	18·1	18·1
52	17·7	17·6	17·5	17·6
62	18·1	18·1	18·2	18·1
72	18·5	18·6	18·7	18·6
102	18·9	19·0	18·9	18·9
0	19·0	19·1	19·0	19·0

$$k = 0{\cdot}69;\ \frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'} = 0{\cdot}73.$$

Da nun hierin

$$\theta = 19{\cdot}0,$$

so hat man aus diesen beiden Versuchen

$$\theta : \theta_1 = 138 : 190 = 0{\cdot}73$$
$$q^2 : q_1^2 = 100 : 132 = 0{\cdot}75.$$

Diese Versuche beweisen daher zur Genüge die Identität des hier beobachteten Stromes θ mit dem von Riess untersuchten gewöhnlichen Entladungsstrome. Man kann folglich

$$\theta = a \cdot \frac{q^2}{s}$$

setzen und überhaupt annehmen, dass Θ alle jene Gesetze befolgt, welche für den Entladungsstrom der elektrischen Batterie gelten.

Die Versuche VIII—XIII geben eben auch die Abhängigkeit des Minimumwerthes M von der Stärke der Batterien an.

Setzt man nämlich in den Versuchen VIII und IX

$$M = 11{\cdot}2$$
$$M_1 = 17{\cdot}2$$

und berücksichtigt, dass bei diesen blos die Flaschen umgetauscht wurden, somit die Oberflächen constant bleiben, so kann man annehmen, dass

$$M = m \,.\, \frac{q^2}{q'},$$

wobei m eine Constante bedeutet.

In der That ist dann

$$M_1 = m \,.\, \frac{q'^2}{q},$$

somit

$$M : M_1 = q^3 : q'^3.$$

Nun ist

$$M : M_1 = 112 : 172 = 0{\cdot}65$$
$$q^3 : q'^3 = 94 : 152 = 0{\cdot}62.$$

Diese zwei Versuche tragen jedoch noch eine Unbestimmtheit in sich. Es könnte nämlich auch

$$M = m \,.\, \frac{q}{q'^2}$$

gesetzt werden; denn man erhielte daraus

$$M : M_1 = q^3 : q'^3$$

wie früher.

Die zwei nachfolgenden Versuche X und XI heben diese Unbestimmtheit weg. Da nämlich in ihnen blos die Hauptbatterie variirt, die Nebenbatterie jedoch constant gelassen wurde, so ergibt sich aus ihnen unmittelbar der Einfluss der Hauptbatterie.

Setzt man nämlich

$$M = 12{\cdot}3$$
$$M_1 = 16{\cdot}7$$

so folgt

$$M : M_1 = 123 : 167 = 0{\cdot}74.$$

Da nun

$$q^2 : q_1^2 = 100 : 132 = 0{\cdot}75,$$

während

$$q : q_1 = 100 : 115 = 0{\cdot}87,$$

so folgt, dass das Minimum dem Quadrate der Flaschenstärke der Hauptbatterie proportional ist.

Aus den Versuchen XII und XIII folgt eben so für

$$M = 12{\cdot}6$$
$$M_1 = 17{\cdot}6$$
$$M : M_1 = 126 : 176 = 0{\cdot}72$$
$$q^2 : q_1^2 = 100 : 132 = 0{\cdot}75.$$

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass für den Fall gleicher Oberflächen

$$M = m \,.\, \frac{q^2}{q'},$$

also, dass das Minimum der ersten Potenz der Stärke der Nebenbatterie verkehrt proportional ist.

Dieses Letztere lässt sich auch durch folgende Versuche direct nachweisen.

XIV. Versuch. †

Hauptdrath 36 Fuss.

Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flasche 1.

Distanz der parallelen Dräthe 4.

Funkenmikrometer 5.

$$k = 1{\cdot}33;\ \frac{q'^2}{q^2} \,.\, \frac{s}{s'} = 1{\cdot}38$$

n	θ beobachtet			Mittel
22	12·5	12·4	12·5	12·5
27	11·3	11·4	11·2	11·3
32	12·6	12·7	12·7	12·7
42	13·7	13·8	13·7	13·7
52	14·2	14·1	14·3	14·2
62	14·2	14·4	14·5	14·4
72	14·4	14·4	14·4	14·4
82	14·4	14·5	14·5	14·5
0	14·5	14·4	14·4	14·4

Hierin ist

$$M = 11{\cdot}3.$$

XV. Versuch. †

Hauptdrath 36 Fuss.

Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flasche 3.

Distanz der parallelen Dräthe 4.

Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel
22	13·9	13·9	14·0	13·9
27	13·1	13·2	13·3	13·2
32	12·6	12·7	12·6	12·6
35	12·3	12·3	12·3	12·3
38	12·7	12·7	12·8	12·7
42	13·0	13·1	13·1	13·1
62	14·0	14·1	13·9	14·0
0	14·4	14·3	14·5	14·4

$$k = 1{\cdot}03;\ \frac{'q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'} = 1{\cdot}04.$$

Es ist somit

$$M = 12{\cdot}3.$$

Nun ist

$$M : M_1 = 113 : 123 = 0{\cdot}92$$
$$q_1' : q' = 100 : 115 = 0{\cdot}88.$$

Zur Bestätigung dieser Gesetze haben wir noch einige Versuchsreihen angestellt, die wir nun anführen wollen.

XVI. Versuch. *

Hauptdrath 36 Fuss.

Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flasche 3.

Distanz der parallelen Dräthe 4.

Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel
27	13·4	13·3	13·4	13·4
32	12·8	12·8	12·7	12·8
42	12·8	12·9	12·9	12·9
52	14·1	14·1	14·0	14·1
62	14·2	14·4	14·3	14·3
72	14·5	14·4	14·5	14·5
82	14·7	14·6	14·8	14·7
0	14·8	14·7	14·7	14·7

$$k = 1{\cdot}00;\ \frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'} = 1{\cdot}04.$$

Somit ist

$$M = 12{\cdot}7$$
$$\theta = 14{\cdot}7.$$

XVII. Versuch. *

Hauptdrath 36 Fuss.

Hauptbatterie Flasche 1; Nebenbatterie Flasche 3.

Distanz der parallelen Dräthe 4.

Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel
22	19·7	19·8	19·6	19·7
32	19·0	18·8	19·2	19·0
42	18·3	18·3	18·4	18·3
52	18·4	18·4	18·3	18·4
62	18·9	18·8	19·1	18·9
72	19·5	19·6	19·4	19·5
82	19·7	19·9	19·9	19·8
0	20·0	20·2	20·3	20·2

$$k = 0{\cdot}75;\ \frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'} = 0{\cdot}75.$$

Hier ist

$$M = 18{\cdot}2$$
$$\theta = 20{\cdot}2.$$

Man hat also

$$M : M_1 = 127 : 182 = 0{\cdot}70$$
$$\theta : \theta_1 = 147 : 202 = 0{\cdot}73$$
$$q^2 : q_1^2 = 96 : 132 = 0{\cdot}73.$$

XVIII. Versuch. †

Hauptdrath 36 Fuss.

Hauptbatterie Flasche 3; Nebenbatterie Flasche 1.

Distanz der parallelen Dräthe 4.

Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel
22	14·8	14·7	14·8	14·8
32	14·7	14·8	14·7	14·7
42	15·8	15·6	15·7	15·7
52	16·1	16·0	16·1	16·1
62	16·5	16·4	16·5	16·5
0	16·4	16·5	16·4	16·4

$$k = 1{\cdot}33\,;\ \frac{q'^2}{q^2}\,.\,\frac{s}{s'} = 1{\cdot}32.$$

Somit ist

$$M = 14{\cdot}6$$
$$\theta = 16{\cdot}4.$$

XIX. Versuch. †

Hauptdrath 36 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 1; Nebenbatterie Flasche 3.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 5.

$$k = 0{\cdot}77\,;\ \frac{q'^2}{q^2}\,.\,\frac{s}{s'} = 0{\cdot}76.$$

n	θ beobachtet			Mittel
22	21·5	21·3	21·4	21·4
32	21·0	21·1	21·2	21·1
42	20·4	20·4	20·5	20·4
52	20·3	20·5	20·4	20·4
62	20·8	21·0	21·0	20·9
72	21·4	21·4	21·3	21·4
0	22·0	21·8	22·0	21·9

somit

$$M = 20{\cdot}3$$
$$\theta = 21{\cdot}9.$$

Nun hat man

$$M : M_1 = 146 : 203 = 0{\cdot}72$$
$$q^3 : q'^3 = 100 : 152 = 0{\cdot}66$$
$$\theta : \theta_1 = 164 : 219 = 0{\cdot}75$$
$$q^2 : q_1{}^2 = 100 : 132 = 0{\cdot}76$$

Man ersieht daraus, dass für den Fall gleicher Oberflächen

$$M = m\,.\,\frac{q^2}{q'}.$$

Wir haben nun diese Formel zu erweitern, für den Fall, wo in der Haupt- und Nebenbatterie die Oberflächen ungleich sind.

XX. Versuch. *

Hauptdrath 46 Fuss.
Hauptbatterie Flaschen 3 und 6; Nebenbatterie Flasche 2.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 3.

n	θ beobachtet			Mittel
62	12·8	12·7	12·8	12·8
72	12·7	12·7	12·7	12·7
82	12·7	12·6	12·7	12·7
92	12·7	12·6	12·6	12·6
102	12·8	12·8	12·8	12·8
0	12·8	12·7	12·8	12·8

Diese Beobachtungsreihe zeigt die sehr interessante Thatsache, dass die Verminderung der Erwärmung beinahe 0 ist. Wir setzen

$$M = 12{\cdot}6$$
$$\Theta = 12{\cdot}8.$$

Die Curve, welche den Gang der Werthe von θ repräsentirt, nähert sich schon der geraden Linie.

XXI. Versuch. *

Hauptdrath 46 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flaschen 3 und 6.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 3.

n	θ beobachtet			Mittel
20	5·1	5·0	5·1	5·1
26	5·1	5·1	5·2	5·1
32	5·4	5·4	5·5	5·4
42	5·7	5·6	5·6	5·6
62	5·8	5·7	5·8	5·8
82	6·0	6·1	6·1	6·1
102	6·2	6·3	6·2	6·2
0	6·3	6·3	6·3	6·3

$$k = 2;\ \frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'} = 2.$$

Hierin ist

$$M = 5\cdot0$$
$$\theta = 6\cdot3.$$

Setzen wir nun

$$M = m \cdot \frac{q^2}{q'} \cdot \frac{\sqrt{s'}}{s}.$$

so erhalten wir

$$M : M_1 = 50 : 126 = 0\cdot39$$

$$\frac{q^3}{q'^3} : \frac{s\sqrt{s}}{s'\sqrt{s'}} = \frac{1}{8} : \frac{1}{2\cdot83} = 0\cdot35.$$

Ferner ist wegen

$$\theta = a \cdot \frac{q^2}{s}$$

$$\theta : \theta_1 = 63 : 128 = 0\cdot49$$

$$\frac{q^3}{q'^2} : \frac{s}{s'} = \frac{1}{4} : \frac{1}{2} = 0\cdot50.$$

Würde man hingegen

$$M = m \cdot \frac{q^2}{q'} \cdot \frac{s'}{s}$$

setzen, so erhielte man

$$\frac{q^3}{q'^3} : \frac{s^2}{s'^2} = \frac{1}{8} : \frac{1}{4} = 0\cdot50,$$

während

$$M : M_1 = 0\cdot39,$$

was also ungenau ist.

Nachfolgende Versuche werden die erstere Annahme rechtfertigen.

XXII. Versuch. †

Hauptdrath 46 Fuss.
Hauptbatterie Flaschen 3 und 6; Nebenbatterie Flasche 2.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 3.

n	θ beobachtet			Mittel
72	10·1	10·0	10·1	10·1
82	10·0	10·0	9·9	10·0
92	9·7	9·7	9·7	9·7
102	9·9	9·8	9·9	9·9
0	10·1	10·1	10·1	10·1

$$k = 0·5; \quad \frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'} = 0·5.$$

Somit ist

$$M = 9·7.$$

XXIII. Versuch. †

Hauptdrath 46 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flaschen 3 und 6.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 3.

n	θ beobachtet			Mittel
20	4·0	4·0	4·0	4·0
23	3·3	3·2	3·3	3·3
26	3·9	3·8	4·0	3·9
32	4·3	4·3	—	4·3
42	4·7	4·7	4·6	4·7
0	5·0	5·0	4·9	5·0

Also ist

$$M = 3·3.$$

Setzt man nun

$$M = m \,.\, \frac{q^2}{q'} \,.\, \frac{\sqrt{s'}}{s},$$

so erhält man

$$\frac{q^3}{q'^3} : \frac{s\sqrt{s}}{s'\sqrt{s'}} = \sqrt{2} : 4 = 0{\cdot}35,$$

während

$$M : M_1 = 33 : 97 = 0{\cdot}34,$$

indess die Formel

$$M = m \,.\, \frac{q^2}{q'} \,.\, \frac{s'}{s}$$

den Werth

$$\frac{q^3}{q'^3} : \frac{s^2}{s'^2} = 1 : 2 = 0{\cdot}50$$

gibt.

XXIV. Versuch. *

Hauptdrath 46 Fuss.

Hauptbatterie Flaschen 3 und 6; Nebenbatterie Flaschen 2 und 5.

Distanz der parallelen Dräthe 4.

Funkenmikrometer 3.

n	θ beobachtet			Mittel
32	9·8	9·9	10·0	9·9
42	9·0	9·1	9·0	9·0
52	9·1	9·1	9·0	9·1
62	10·2	10·1	10·2	10·2
82	12·1	12·2	12·0	12·1
0	13·0	13·1	13·2	13·1

$$k = 1;\ \frac{q'^2}{q^2} \,.\, \frac{s}{s'} = 1$$

$$M = 8{\cdot}8.$$

XXV. Versuch. *

Hauptdrath 46 Fuss.
Hauptbatterie Flaschen 3 und 6; Nebenbatterie Flasche 2.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 3.

n	θ beobachtet			Mittel
72	13·0	13·1	13·0	13·0
82	12·6	12·7	12·6	12·6
92	12·7	12·6	12·6	12·6
102	12·9	12·8	13·0	12·9
0	13·0	13·0	13·0	13·0

$$k = 0{\cdot}53;\ \frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'} = 0{\cdot}50$$

$$M = 12{\cdot}5.$$

XXVI. Versuch. *

Hauptdrath 46 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flaschen 3 und 6.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 3.

n	θ beobachtet			Mittel
20	5·0	5·0	5·1	5·0
23	4·5	4·4	4·5	4·5
26	4·9	5·0	4·9	4·9
32	5·4	5·6	5·7	5·6
42	6·0	6·0	—	6·0
0	6·6	6·5	6·6	6·6

$$k = 2;\ \frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'} = 2.$$

$$M = 4{\cdot}5.$$

Diese drei Versuchsreihen gewähren einen schönen Überblick über den Gang der Werthe von M.

Aus der ersten und zweiten erhält man:

$$M : M_1 = 88 : 125 = 0{\cdot}70.$$

Da in diesen beiden blos die Nebenbatterie variabel ist, so hat man

$$M = m . \frac{\sqrt{s'}}{q'},$$

also die Proportion

$$\frac{\sqrt{s'}}{q'} : \frac{\sqrt{s_1'}}{q_1'} = \frac{\sqrt{2}}{2} : 1 = 0{\cdot}71.$$

Aus dem dritten und zweiten Versuche erhält man

$$M : M_1 = 45 : 125 = 0{\cdot}36$$

$$\frac{q^3}{q'^3} : \frac{s\sqrt{s}}{s'\sqrt{s'}} = \sqrt{2} : 4 = 0{\cdot}35:$$

und aus dem dritten und ersten

$$M : M_1 = 45 : 88 = 0{\cdot}51,$$

während aus dem Verhältniss der Flaschenstärken und Oberflächen die Zahl 0·50 sich ergibt.

Diese Übereinstimmung ist wohl sehr befriedigend und wir können daher

$$M = m . \frac{q^2}{q'} . \frac{\sqrt{s'}}{s}$$

setzen.

Fassen wir nun alle aus diesen Versuchsreihen sich ergebenden Resultate zusammen, so folgt, dass die Abhängigkeit der Erwärmung von den Flaschen und von der Länge des Haupt- und Nebendrathes sich durch den Ausdruck

$$\theta = a . \frac{q^2}{s} - \frac{a . \frac{q^2}{s} - m . \frac{q^2}{q'} . \frac{\sqrt{s'}}{s}}{1 + A\left(h - \frac{q'^2}{q^2} . \frac{s}{s'} n\right)^2},$$

oder wenn man den Ausdruck $\frac{m}{a} = \mu$ setzt; auch durch die Formel

$$\theta = a \, . \, \frac{q^2}{s} \, . \left\{ 1 - \frac{1 - \mu \, . \, \frac{\sqrt{s'}}{q'}}{1 + A \left(h - \frac{q'^2}{q^2} \, . \, \frac{s}{s'} \, n \right)^2} \right\}$$

geben lässt.

Die Bedeutung der Constante a ist aus den schönen Untersuchungen von Riess vollkommen bekannt. Anders verhält es sich mit der Grösse m oder μ und mit der Constante A, über welche sich nur Vermuthungen anstellen lassen.

Was diese letztere, die Constante A, betrifft, so ist es höchst wahrscheinlich, dass sie denselben Gesetzen folgt, welche für die gleichbezeichnete Constante im Nebenbatteriestrome gelten.

II.

Die bisherigen Untersuchungen bezogen sich lediglich nur auf die Vorgänge im Hauptdrath und bezweckten eine genauere Feststellung der Einflüsse, welche der Nebendrath und die Haupt- und Nebenbatterien auf die elektrische Entladung selbst haben.

Man erhält jedoch ein viel übersichtlicheres Bild über die Vorgänge im Haupt- und Nebendrathe, wenn man in beiden gleichzeitig beobachtet.

Knochenhauer hat seine Beobachtungsreihen, die er für einen ähnlichen Fall durchgeführt, vor Kurzem [1]) der Rechnung unterworfen und gezeigt, dass nicht nur die von uns aufgestellte Formel für den Nebenbatteriestrom

$$\theta = \frac{M'}{1 + A\,(h - kn)^2},$$

sondern auch, wenn man die Erwärmung im Nebendrath mit θ', im Hauptdrath mit θ bezeichnet, auch die Formel

$$\frac{\theta'}{\theta} = \frac{\mathfrak{M}}{1 + \mathfrak{A}\,(h - kn)^2}$$

besteht.

[1]) Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie. Band XXXIV, pag. 77.

Die von ihm berechneten Reihen stimmen vortrefflich mit den beobachteten überein. Bei einer genaueren Prüfung ergibt sich das als Corollar aus unseren Untersuchungen.

Denn es ist für die Erwärmung des Nebendrathes, wenn man durchgehends gestrichelte Buchstaben gebraucht,

$$\theta' = \frac{M'}{1 + A'(h-kn)^2}$$

und für die Erwärmung im Hauptdrath

$$\theta = \Theta - \frac{\Theta - M}{1 + A(h-kn)^2} = \frac{M + A\Theta(h-kn)^2}{1 + A(h-kn)^2}$$

somit

$$\frac{\theta'}{\theta} = \frac{M'}{M + A\Theta(h-kn)^2} \cdot \frac{1 + A(h-kn)^2}{1 + A'(h-kn)^2},$$

oder wenn man

$$\frac{M'}{M} = \mathfrak{M},$$

$$\frac{A\Theta}{M} + A' - A = \mathfrak{A}$$

setzt, sofort

$$\frac{\theta'}{\theta} = \frac{\mathfrak{M}}{1 + \mathfrak{A}(h-kn)^2}.$$

Knochenhauer suchte auch eine Gesetzmässigkeit in den Werthen von A und $\mathfrak{A}$, und gibt bei dieser Gelegenheit eine Reihe von solchen Werthen.

Es wurde nun in einer kurzen Note [1]) nachgewiesen, dass zwischen A und $\mathfrak{A}$ die einfache Relation besteht:

$$\mathfrak{A} = A \cdot \frac{\Theta}{M},$$

welches Gesetz sich an allen von Knochenhauer angegebenen Zahlenwerthen bestätigt hat.

---

[1]) Blaserna, Über den inducirten Strom der Nebenbatterie. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie, Band XXXVI.

Es ergibt sich daraus, dass

$$A = A'$$

sein muss, was schon aus einer oberflächlichen Betrachtung der Grenze, innerhalb deren die Werthe von A und A' schwanken, sich als höchst wahrscheinlich herausstellt.

Zwischen θ und θ' lässt sich jedoch eine, wie wir glauben, einfachere Relation aufstellen, welche von n unabhängig ist.

Betrachtet man nämlich die zwei Curven, welche die Werthe von θ und θ' repräsentiren, Curven, von denen die eine ein Minimum, die andere ein Maximum, aber an derselben Stelle besitzt, so ersieht man leicht, dass zwar die Summe $\theta + \theta'$ keine Constante sein kann, da die Curve für θ weit flacher ist; es lässt sich jedoch vermuthen, dass der Ausdruck

$$\theta + a\theta'$$

eine Constante sein kann, wobei a vorderhand ein unbestimmter Coëfficient ist.

Nach dieser Voraussetzung hätte man

$$\theta - \frac{\theta - M}{1 + A\,(h-kn)^2} + a\,.\,\frac{M'}{1 + A'\,(h-kn)^2} = C.$$

Die Constante C lässt sich leicht ermitteln. Setzt man nämlich $\lim n = \infty$, so folgert sich sogleich

$$\theta = C.$$

Es ergibt sich somit

$$\frac{aM'}{1 + A'\,(h-kn)^2} = \frac{\theta - M}{1 + A\,(h-kn)^2}$$

und daraus die Bedingungs-Gleichungen

$$aM' = \theta - M$$
$$A = A'.$$

Die erste Bedingungs-Gleichung geht direct aus der Annahme

$$\theta + a\theta' = \theta$$

für den speciellen Fall

$$\theta = M$$
$$\theta' = M'$$

hervor; die Richtigkeit der zweiten Annahme haben wir theilweise aus Knochenhauer's Beobachtungen nachgewiesen. Aus diesen lässt sich aber auch gleich die Richtigkeit der Formel

$$\theta + a\theta' = \Theta$$

erweisen.

Zur Rechtfertigung dieser Behauptung führen wir seine Reihen hier an und fügen die daraus berechneten Werthe der Constante $C = \Theta$ hinzu.

Reihe I.

$a = 0·70;\ \Theta = 17·0$ beob.

θ	11·6	11·0	10·7	10·6	10·7	10·8	11·4	12·6	13·3	14·4
θ'	8·3	8·7	9·1	9·1	8·8	8·4	7·9	6·5	5·3	3·8
Θ berechnet	17·4	17·1	17·1	17·0	16·8	16·8	16·9	17·1	17·0	17·1

Reihe II.

$a = 0·71;\ \Theta = 16·0$ beob.

θ	12·9	12·4	12·1	11·6	11·0	10·6	10·3	10·1	10·1	10·5
θ'	4·9	5·5	6·1	6·6	7·1	7·6	8·0	8·3	8·2	7·7
Θ berechnet	16·4	16·3	16·4	16·3	16·0	16·0	16·0	16·0	15·9	16·0

Reihe III.

$a = 0·72;\ \Theta = 15·4$ beob.

θ	13·3	12·5	11·6	11·2	10·7	10·3	9·9	9·8	9·8	10·2	10·3
θ'	3·8	4·7	5·8	6·4	6·8	7·3	7·8	7·8	7·7	7·4	7·2
Θ berechnet	15·9	15·9	15·8	15·8	15·6	15·5	15·5	15·4	15·3	15·5	15·5

Reihe IV.

$\alpha = 0{\cdot}44;\ \Theta = 11{\cdot}1$ beob.

θ	10·0	9·5	9·2	8·5	8·7	8·6	8·2	7·9	8·0
θ'	2·9	3·7	4·7	1·9	5·7	5·9	6·1	6·3	6·2
Θ berechnet	11·2	11·1	11·2	11·1	11·0	11·1	10·9	10·7	10·8

Reihe V.

$\alpha = 0{\cdot}71;\ \Theta = 17{\cdot}5$ beob.

θ	13·9	12·9	11·9	11·7	11·9	13·2	14·0	14·9	15·4
θ'	5·8	7·0	8·0	8·2	7·9	6·8	5·5	4·4	3·5
Θ berechnet	18·0	17·9	17·6	17·5	17·5	18·0	17·8	17·9	17·8

Reihe VI.

$\alpha = 0{\cdot}70;\ \Theta = 15{\cdot}8$ beob.

θ	12·3	11·4	10·7	10·3	10·8	11·4	12·4	13·0	13·6
θ'	5·4	6·6	7·3	7·8	7·1	6·3	5·0	4·1	3·2
Θ berechnet	16·1	16·0	15·8	15·8	15·8	15·8	15·9	15·9	15·8

Reihe VII.

$\alpha = 1{\cdot}38;\ \Theta = 18{\cdot}8$ beob.

θ	11·7	11·2	10·8	11·2	12·2	13·6	14·5	15·4
θ'	4·9	5·6	5·8	5·5	4·7	3·9	3·2	2·6
Θ berechnet	18·6	18·9	18·8	18·8	18·7	19·0	18·9	18·9

Reihe VIII.

$a = 0{\cdot}73;\ \Theta = 17{\cdot}2$ beob.

θ	15·8	15·4	15·0	14·5	13·7	12·7	11·9	11·7	12·0
θ'	2·1	2·7	3·4	4·3	5·4	6·5	7·1	7·5	7·3
Θ berechnet	17·3	17·4	17·5	17·6	17·5	17·4	17·1	17·2	17·1

Reihe IX.

$a = 1{\cdot}33;\ \Theta = 17{\cdot}5$ beob.

θ	14·7	14·0	13·0	12·0	11·2	11·0	11·3
θ'	2·2	2·7	3·3	4·1	4·7	4·9	4·5
Θ berechnet	17·6	17·6	17·4	17·5	17·4	17·5	17·3

Reihe X.

$a = 0{\cdot}59;\ \Theta = 13{\cdot}6$ beob.

θ	7·1	6·9	7·0	7·5	8·3	9·0	9·9	10·5	11·0	11·5
θ'	11·0	11·3	11·3	10·6	9·5	8·3	7·2	6·2	5·2	4·2
Θ berechnet	13·6	13·6	13·7	13·7	13·9	13·9	14·0	14·2	14·1	14·0

Reihe XI.

$a = 0{\cdot}90;\ \Theta = 15{\cdot}1$ beob.

θ	6·7	6·6	7·0	7·8	8·8	9·6	10·5	11·1
θ'	9·3	9·2	8·6	7·8	6·8	5·9	5·2	4·4
Θ berechnet	15·1	14·9	14·7	14·8	14·9	14·9	15·1	15·1

Diese Versuche zeigen, dass für den von Knochenhauer beobachteten Fall die Relation

$$\theta + a\theta' = \Theta$$

besteht. Wir hätten noch den Nachweis zu liefern, dass dieselbe auch für den Strom der Nebenbatterie giltig ist. Zu dem Ende waren gleichzeitige Beobachtungen im Haupt- und Nebendrathe nothwendig. Wir schalteten daher in den Nebendrath ein anderes, nach den Angaben von Riess von Kleiner in Berlin verfertigtes, weit empfindlicheres Luftthermometer an die Stelle des Platindrathes ein, welcher den Widerstand des Platindrathes im Luftthermometer des Hauptdrathes compensirte.

Obwohl wir das Verhältniss der Ausschläge der beiden Luftthermometer jedesmal bestimmten, indem wir beide in den Hauptdrath einschalteten, so werden wir doch die Ausschläge selbst angeben, wie sie sich unmittelbar ergaben, ohne sie erst auf gleiche Einheit zu beziehen, weil sonst die Ausschläge im Nebendrathe zu klein ausfallen würden.

XXVII. Versuch.

Hauptdrath 36 Fuss.

Hauptbatterie Flasche 3; Nebenbatterie Flasche 2.

Distanz der parallelen Dräthe 4.

Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel	θ' beobachtet			Mittel	Θ berech.
22	11·4	11·4	11·5	11·4	2·9	3·0	3·1	3·0	11·8
27	11·1	11·2	11·1	11·1	4·2	4·4	4·2	4·3	11·7
32	10·7	10·7	10·8	10·7	7·0	7·1	6·9	7·0	11·7
37	10·3	10·3	10·4	10·3	8·6	8·4	8·5	8·5	11·5
42	10·3	10·4	10·3	10·3	8·4	8·5	8·5	8·5	11·5
47	10·8	10·7	10·7	10·7	6·0	5·9	6·1	6·0	11·5
52	10·9	10·9	11·2	11·0	3·8	4·0	4·0	3·9	11·5
62	11·3	11·2	11·3	11·3	1·5	1·6	1·5	1·5	11·5
72	11·5	11·4	11·5	11·5	0·8	0·7	0·8	0·8	11·6
0	11·6	11·7	11·6	11·6	—	—	—	—	—

Waren beide Luftthermometer im Hauptdrath eingeschaltet, so erhielt man folgende Ausschläge, ohne Rücksicht auf die mitgetheilte Reihe, für Funkenmikrometer 5:

$$\theta = 9{\cdot}7,\ \ 9{\cdot}6,\ \ 9{\cdot}7 \text{ Mittel } 9{\cdot}7,$$
$$\theta' = 28{\cdot}9,\ 28{\cdot}6,\ 29{\cdot}0 \quad \text{„} \quad 28{\cdot}8$$

und für Funkenmikrometer 3:

$$\theta = 4{\cdot}7,\ \ 4{\cdot}7,\ \ 4{\cdot}6 \text{ Mittel } 4{\cdot}7,$$
$$\theta' = 13{\cdot}8,\ 14{\cdot}0,\ 14{\cdot}1 \quad \text{„} \quad 14{\cdot}0,$$

woraus

$$\lambda = \frac{\theta}{\theta'} = 0{\cdot}34$$

hervorgeht. Es ergibt sich daraus, dass man die im XXVII. Versuche angegebenen Werthe von θ' mit 0·34 zu multipliciren hätte, um sie auf die gleiche Einheit mit den Werthen von θ zu bringen. In diesem Falle wäre dann

$$a = 0{\cdot}47.$$

Es ist jedoch nicht nöthig, diese Reduction auf gleiche Einheiten der Erwärmung vorzunehmen, da wir vorderhand nur die relativen Werthe von a betrachten werden. Schon aus dieser mitgetheilten Reihe geht hervor, dass die Relation

$$\theta + a\theta' = \Theta$$

besteht, da die Differenzen in den berechneten Werthen der Constante nur 0·3 betragen und somit von den Beobachtungsfehlern herrühren können.

Folgende zwei Beobachtungsreihen bestätigen die Relation zwischen den Erwärmungen im Haupt- und Nebendrathe.

XXVIII. Versuch.*

Hauptdrath 36 Fuss.

Hauptbatterie Flasche 1; Nebenbatterie Flasche 3.

Distanz der parallelen Dräthe 4.

Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel	θ' beobachtet			Mittel	θ berech.
22	17·4	17·4	17·6	17·5	1·3	1·3	1·2	1·3	17·9
32	17·0	17·0	17·1	17·0	2·6	2·8	2·8	2·7	17·9
42	16·4	16·2	16·2	16·3	5·1	5·0	5·1	5·1	17·9
52	15·7	15·5	15·6	15·6	6·2	6·3	6·3	6·3	17·6
62	16·2	16·2	16·1	16·2	4·2	4·3	4·3	4·3	17·6
72	16·8	16·8	16·8	16·8	2·1	2·2	2·2	2·2	17·5
82	17·0	17·0	17·0	17·0	1·1	1·2	1·2	1·2	17·4
92	17·2	17·3	17·4	17·3	0·9	0·9	1·0	0·9	17·6
0	16·7	17·7	17·6	17·6	—	—	—	—	—

$$a = 0{\cdot}32,$$
$$\lambda = 0{\cdot}48.$$

XXIX. Versuch. *

Hauptdrath 36 Fuss.
Hauptbatterie Flasche 3; Nebenbatterie Flasche 1.
Distanz der parallelen Dräthe 4.
Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel	θ' beobachtet			Mittel	θ berech.
22	10·8	10·8	10·7	10·8	6·5	6·5	6·5	6·5	12·6
24	10·5	10·5	10·6	10·5	7·0	7·0	7·0	7·0	12·5
27	9·8	9·8	9·8	9·8	9·2	9·3	9·4	9·3	12·5
32	10·2	10·2	10·1	10·2	7·9	8·1	8·0	8·0	12·5
37	10·7	10·7	10·6	10·7	6·5	6·5	6·5	6·5	12·6
42	11·5	11·5	11·5	11·5	2·7	2·7	2·8	2·7	12·3
52	11·8	11·9	12·0	11·9	1·2	1·3	1·4	1·3	12·3
72	12·2	12·2	12·3	12·2	0·7	0·8	0·6	0·7	12·4
92	12·1	12·3	12·4	12·3	0·2?	—	—	?	12·5
0	12·5	12·5	12·5	12·5	—	—	—	—	—

$$a = 0{\cdot}29,$$
$$\lambda = 0{\cdot}48.$$

Diese zwei Beobachtungsreihen geben eine sehr klare Vorstellung über das Zusammenfallen des Maximums und Minimums der Erwärmung.

Die berechneten Werthe von θ stimmen auf eine befriedigende Weise mit den beobachteten überein.

Was die Grösse λ anbelangt, so ist es stets jene Zahl, mit welcher die Werthe von θ' multiplicirt werden müssen, um auf gleiche Einheit der Erwärmung reducirt zu werden. Der dadurch modificirte Werth von a wird nun dadurch gefunden, dass man den bei jeder Versuchsreihe angegebenen durch λ dividirt.

XXX. Versuch. †

Hauptdrath 46 Fuss.

Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flaschen 3 und 6.

Distanz der parallelen Dräthe 4.

Funkenmikrometer 4.

n	θ beobachtet			Mittel	θ' beobachtet			Mittel	θ berech.
21	4·3	4·2	4·3	4·3	6·7	6·5	6·8	6·7	6·2
23	4·0	4·0	3·9	4·0	7·1	7·1	7·2	7·1	6·0
25	4·4	4·3	4·5	4·4	6·3	6·4	6·3	6·3	6·2
27	4·9	4·8	5·0	4·9	4·5	4·7	4·6	4·6	6·2
32	5·3	5·5	5·4	5·4	3·0	3·0	3·0	3·0	6·2
42	5·7	5·7	5·7	5·7	1·5	1·6	1·4	1·5	6·1
52	5·8	5·7	5·8	5·8	1·0	1·0	1·0	1·0	6·1
62	6·0	5·9	6·0	6·0	0·7	0·5	0·5	0·6	6·2
82	5·9	6·0	6·1	6·0	0·2	0·3	0·3	0·3?	6·1
0	6·0	6·1	6·0	6·0	—	—	—	—	—

$$a = 0{\cdot}28,$$
$$\lambda = 0{\cdot}52.$$

XXXI. Versuch. †

Hauptdrath 46 Fuss.

Hauptbatterie Flaschen 3 und 6; Nebenbatterie Flasche 2.

Distanz der parallelen Dräthe 4.

Funkenmikrometer 4.

n	θ beobachtet			Mittel	θ' beobachtet			Mittel	Θ berech.
32	11·0	11·1	11·0	11·0	0·6	0·5	0·7	0·6	11·1
52	10·9	10·9	10·8	10·9	1·2	1·3	—	1·2	11·2
72	10·7	10·7	10·8	10·7	2·1	2·0	2·2	2·1	11·2
92	10·5	10·4	10·5	10·5	2·4	2·5	2·4	2·4	11·1
112	10·6	10·7	10·7	10·7	2·0	2·2	—	2·1	11·2
0	11·1	11·1	11·1	11·1	—	—	—	—	—

$$a = 0{\cdot}25,$$
$$\lambda = 0{\cdot}52.$$

Aus den angeführten Beobachtungsreihen geht also mit Sicherheit hervor, dass die Relation

$$\theta + a\theta' = \Theta$$

wirklich besteht.

Kehrt man den Satz um, so kann man sagen:

Wird einem Leiter, durch den eine elektrische Entladung Θ durchgeht, ein zweiter Leiter genähert, dessen Enden zu den Belegungen einer isolirten Batterie führen, so tritt eine eigenthümliche Theilung ein; der Entladungsstrom selbst wird geschwächt, und im benachbarten Leiter ein Strom inducirt, so zwar, dass stets die Relation

$$\theta + a\theta' = \Theta$$

besteht, wobei a eine dem ganzen Beobachtungssysteme angehörende Constante bedeutet.

Es ist nun noch unsere Aufgabe, diese eigentliche Verhältnisszahl a etwas genauer zu untersuchen.

Der Werth dieser Grösse ist stets durch die Formel

$$M + aM' = \Theta$$

gegeben, woraus

$$a = \frac{\Theta - M}{M'}$$

folgt. Zur Bestimmung derselben ist jedoch die Kenntniss des Maximums und Minimums nicht streng nöthig, da überhaupt zwei Erwärmungen θ, θ' bekannt zu sein brauchen, um aus ihnen den Werth von a abzuleiten.

Dies vorausgesetzt, wollen wir untersuchen, ob a von der Distanz der Kugeln des Funkenmikrometers abhängt.

Da die Relation

$$\theta + a\theta' = \Theta,$$

wie wir nachgewiesen haben, von der Länge des Nebendrathes unabhängig ist, so ist es gleichgiltig, für was für einen Werth von n die correspondirenden Werthe von θ und θ' beobachtet werden.

XXXII. Versuch.

Hauptdrath 36 Fuss.

Hauptbatterie Flasche 2; Nebenbatterie Flasche 3.

Distanz der parallelen Dräthe 4.

$$\lambda = 0{\cdot}34.$$

Funkenmikrometer 3.

n	θ beobachtet			Mittel	θ' beobachtet			Mittel
0	5·0	5·0	5·0	5·0	—	—	—	—
37	4·0	4·0	4·0	4·0	3·8	3·7	3·8	3·8

Funkenmikrometer 4.

n	θ beobachtet			Mittel	θ' beobachtet			Mittel
0	7·9	8·0	8·0	8·0	—	—	—	—
37	6·6	6·5	6·6	6·6	5·5	5·6	5·6	5·6

Funkenmikrometer 5.

n	θ beobachtet			Mittel	θ' beobachtet			Mittel
0	11·4	11·5	11·4	11·4	—	—	·	—
37	9·6	9·7	9·7	9·7	7·6	7·6	7·6	7·6

Funkenmikrometer 6.

n	θ beobachtet			Mittel	θ' beobachtet			Mittel
0	15·7	15·7	15·8	15·7	—	—	—	—
37	13·3	13·3	13·1	13·2	10·2	10·1	10·3	10·2

Funkenmikrometer 7.

n	θ beobachtet			Mittel	θ' beobachtet			Mittel
0	20·0	20·1	20·0	20·0	—	—	—	—
37	17·0	17·0	17·0	17·0	12·8	13·2	13·0	13·0

Die Beobachtungen konnten nicht weiter fortgesetzt werden, da für grössere Distanzen der Kugeln des Funkenmikrometers dieselben schon unsicher werden.

Berechnet man nun den Werth von α, so ergibt sich, das Funkenmikrometer mit d bezeichnend:

d	α
3	0·26
4	0·25
5	0·22
6	0·25
7	0·23

woraus folgt, dass α constant, d. i. von der Distanz der Kugeln des Funkenmikrometers unabhängig ist.

Dieses Gesetz lässt zugleich auf den Einfluss des Funkenmikrometers auf die Erwärmungen θ, θ' einen sichern Schluss ziehen. Ist nämlich allgemein

$$\Theta = \mathfrak{D} . f(d),$$

so muss auch

$$\theta = \vartheta . f(d)$$
$$\theta' = \vartheta' . f(d)$$

sein, weil nur für diese Annahme durch Substitution in die Formel

$$\theta + a\theta' = \Theta$$

sofort auch

$$\vartheta + a\vartheta' = \mathfrak{D},$$

d. i. die Unabhängigkeit von a vom Funkenmikrometer sich ergibt.

Es müssen somit die für gleiche Werthe von d beobachteten Erwärmungen zu einander proportional sein, nämlich wenn

$$\Theta = \mathfrak{D} . f(d)$$
$$\theta = \vartheta . f(d)$$
$$\theta' = \vartheta' . f(d)$$
$$\Theta_1 = \mathfrak{D} . f(d_1)$$
$$\theta_1 = \vartheta . f(d_1)$$
$$\theta_1' = \vartheta' . f(d_1),$$

sofort

$$\frac{\theta}{\Theta} = \frac{\theta_1}{\Theta_1} = \frac{\vartheta}{\mathfrak{D}} = C$$
$$\frac{\theta'}{\Theta} = \frac{\theta_1'}{\Theta_1} = \frac{\vartheta'}{\mathfrak{D}} = C'$$

oder auch

$$\frac{\Theta}{\Theta_1} = \frac{\theta}{\theta_1} = \frac{\theta'}{\theta_1'} = \frac{f(d)}{f(d_1)} = C''.$$

Dies ergibt sich auch aus der obigen Beobachtungsreihe; denn es ist

$$\theta = C . \Theta$$
$$\theta' = C' . \Theta,$$

und wenn man darin

$$C = 0·85$$
$$C' = 0·667$$

setzt, und darnach die Werthe von θ und θ' berechnet, so hat man folgende Zusammenstellung:

d	Θ beob.	θ beob.	θ berech.	θ' beob.	θ' berech.
3	5·0	4·0	4·2	3·8	3·4
4	8·0	6·6	6·8	5·6	5·4
5	11·4	9·7	9·7	7·6	7·6
6	15·7	13·2	13·3	10·2	10·1
7	20·0	17·0	17·0	13·0	13·3

wodurch das obige Gesetz eine neue Bestätigung erhält.

Riess hat durch seine schönen Untersuchungen [1]) bewiesen, dass für den Entladungsstrom der elektrischen Batterie die Schlagweite zur elektrischen Dichtigkeit proportional ist.

Dieses Gesetz ist in der neuesten Zeit von Rijke bezweifelt worden [2]), der auf Grundlage sehr sorgfältiger Versuche die complicirtere Relation

$$d^2 = a. \left(\frac{q}{s}\right) + b. \left(\frac{q}{s}\right)^2$$

aufstellen zu müssen glaubte.

Diese Formel, welche den Beobachtungen sehr gut angepasst ist, ist trotzdem nur eine empirische zu nennen [3]), der auch nicht leicht abzusehen ist, wie viel auf den speciellen Apparat in Rechnung kommt. Die Beobachtungen wurden nämlich in einer Form vorgenommen, bei welcher in Folge der sehr kurzen Schlagweiten die Erscheinungen wesentlich modificirt werden mussten, da die nachträgliche Vertheilung auf den beiden Kugeln des Funkenmikrometers sehr grossen Einfluss auf die Resultate nehmen musste. Dieses Ergebniss kann durchaus nicht überraschen, da die classischen theoretischen Arbeiten von Poisson und Hankel in dieser Beziehung vollständigen Aufschluss geben.

Wir können somit mit Sicherheit annehmen, dass das Riess'sche Gesetz richtig ist.

---

[1]) Poggendorff's Annalen. Band XL.

[2]) Poggendorff's Annalen. Band CVI.

[3]) Siehe die Entgegnung von Riess, eben daselbst.

Es ergibt sich daraus, dass die Erwärmungen θ und θ' genau denselben Gesetzen folgen, welche das Riess'sche Gesetz für den Entladungsstrom der elektrischen Batterie Θ angibt.

Es ist im vorigen Jahre [1]) für den Nebendrath nachgewiesen worden, dass die Erwärmung θ' sich durch die empirische Formel

$$\theta' = a.\sqrt{d^3}.\{1-\lambda d+\mu d^2-\ldots\}$$

oder eigentlich schon durch die kürzere

$$\theta' = a.\sqrt{d^3}.\{1-\lambda d\}$$

ausdrücken lässt, wobei a eine Constante, λ, μ etc. sehr rasch abnehmende Constanten bezeichnen.

Es ist natürlich, dass diese Relation auch für θ und Θ giltig ist, aber dabei den Nachtheil hat, dass sie ebenfalls wie die Rijk'sche nicht das Wesentliche von den zufälligen Störungen trennt.

Diese Störungen bestehen:

1. In der elektrischen Vertheilung.
2. In dem Wärmeverlüste während des Ausschlages, welcher, wie daselbst nachgewiesen wurde, mitunter sehr bedeutend werden kann, und für jeden Apparat ein anderer ist.

Wir können somit diese Formel nicht als eine allgemein giltige ansehen, und können aus dem Vorhergehenden schliessen, dass bei einer Zusammenstellung, bei welcher die Störungen auf ihr kleinstes Mass gebracht sind, das Riess'sche Gesetz immer deutlicher zum Vorschein kommen muss.

Es scheint aber auch, dass a von der Distanz der parallelen Dräthe unabhängig ist, wie dies aus folgendem vorläufigen Versuche hervorgeht.

XXXIII. Versuch.

Hauptdrath 36 Fuss.

Hauptbatterie Flasche 3; Nebenbatterie Flasche 2.

---

[1]) Blaserna, Über den inducirten Strom der Nebenbatterie. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie, Band XXXII.

Funkenmikrometer 6.

$$\lambda = 0{\cdot}34.$$

Distanz der parallelen Dräthe 4.

n	θ beobachtet			Mittel	θ' beobachtet			Mittel
0	15·4	15·3	15·4	15·4	—	—	—	—
37	13·0	12·8	12·9	12·9	10·6	10·6	10·7	10·6

Distanz der parallelen Dräthe 6.

n	θ beobachtet			Mittel	θ' beobachtet			Mittel
0	15·4	—	—	15·4	—	—	—	—
37	13·1	13·1	13·2	13·1	9·4	9·3	9·4	—

Berechnet man nämlich den Werth von a, so folgt für

Distanz der par. Dr. 4 $a = 0{\cdot}24$

„ „ „ „ 6 $a = 0{\cdot}25$.

Diese Versuchsreihe ist indessen zu kurz, als dass man etwas Zuverlässiges darauf basiren könnte.

Fassen wir nun alles zusammen, so ergibt sich daraus, dass

$$\theta = \Theta - \frac{\Theta - M}{1 + A\,(h - kn)^2},$$

$$\theta' = \frac{M'}{1 + A\,(h - kn)^2}$$

und daraus

$$\theta + a\theta' = \Theta,$$

wobei

$$k = \frac{q'^2}{q^2} \cdot \frac{s}{s'},$$

$$a = \frac{\Theta - M}{M'}.$$

Wir glauben, dass eine genaue Untersuchung der Constante a von einiger Wichtigkeit ist, und werden daher wieder darauf zurückkommen, da jene Relation uns hoffentlich in Stand setzen wird, die Erscheinung des inducirten Stromes der Nebenbatterie, auf streng analytischem Wege zu behandeln und zu erklären.